

sesame had the following indicators: black — 0.298 and 3.090 mg, white — 0.285 and 2.925, dark and light brown — 0.267 and 2.725 and 0.245 and 2.565 mg, and gold — 0.275 and 2, 815 mg. The results of research in the determination of Cu in sesame flour indicate that its content was as follows: black — 1611 mcg, white — 1517, dark and light brown — 1487 and 1411 mcg, and gold 1503 mcg.

Keywords: seed color, flour, hypocalcemia, gluten-free products, nutrients

УДК 664.8.031: 634.11

DOI 10.31395/2415-8240-2020-97-1-239-248

БІОХІМІЧНІ СКЛАДОВІ ОБРОБЛЕНИХ 1-МЦП ЯБЛУК ПІСЛЯ ЕКСПОЗИЦІЇ ЗА 20 ± 2 °С НА КІНЕЦЬ ЗБЕРІГАННЯ

О. В. МЕЛЬНИК, доктор сільськогосподарських наук

Л. М. ХУДІК, викладач

Уманський національний університет садівництва

У статті розглянуто вплив післязбиральної обробки 1-метилциклопропом (1-МЦП, препарат «SmartFresh», $0,068 \text{ г/м}^3$) плодів яблуни ранньозимового строку досягання сортів Кальвіль сніговий і Спартан на динаміку вмісту основних компонентів хімічного складу плодів після семидобової експозиції за 20 ± 2 °С на кінець зберігання у холодильнику.

Ключові слова: 1-метилциклопропен, обробка, експозиція, сухі розчинні речовини, титрована кислотність, аскорбінова кислота.

Вступ. Вміст сухих розчинних речовин, органічних кислот, цукрів, вітамінів та їх співвідношення — основні біохімічні показники харчової цінності, що визначають смак плодів [1]. На початку зберігання вміст сухих розчинних речовин в яблуках зимових сортів зростає, далі — знижується, а рівень органічних кислот здебільшого знижується за рахунок активного використання у дихальному газообміні [2]. Аскорбінова кислота (вітамін С) — природний антиоксидант [3], порівняно невисокий вміст якої в яблуках [4] знижується під час холодильного зберігання [5].

Збереження якості продукції й уповільнення досягання досягається післязбиральною обробкою яблук інгібітором етилену 1-метилциклопропом (1-МЦП) [6], що забезпечує зниження втрат сухих розчинних речовин, органічних кислот [7], зокрема аскорбінової кислоти [8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Післязбиральна обробка 1-МЦП уповільнює втрати органічних кислот в яблуках сорту Гала під час тривалого зберігання, проте суттєвого ефекту на збереження сухих розчинних речовин не виявлено [9]. В іншому дослідженні в плодах цього сорту зафіксовано суттєве уповільнення втрат сухих розчинних речовин та органічних кислот під дією 1-МЦП [10]. Позитивний вплив обробки 1-МЦП на

зміну вмісту сухих розчинних речовин відсутній [11] або в оброблених 1-МЦП яблуках ранньозимового сорту Мекінтош він знижувався [12].

В іншому випадку вміст титрованих та аскорбінової кислот в яблуках сортів Гала та Голден і Ред Делішес впродовж 150-добового холодильного зберігання постійно знижувався, а рівень сухих розчинних речовин – зростав [13]. Суттєвого впливу обробки 1-МЦП на зміну вмісту аскорбінової кислоти під час холодильного зберігання не виявлено [14].

В іншому дослідженні зниження на 44–54 % втрат цукрів, відповідно у 2,4–2,5 та 1,5–2,25 рази органічних та аскорбінової кислот під час тривалого зберігання зафіксовано за післязбиральної обробки яблук комплексними антиоксидантними препаратами [15, 16].

Неоднозначність вищезазначених літературних даних слугувала необхідністю дослідження впливу післязбиральної обробки яблук 1-метилциклопропеном на зміну вмісту в плодах яблуні ранньозимового строку досягання сухих розчинних речовин, титрованих та аскорбінової кислот під час подовженого життєвого циклу в кімнатних умовах на кінець тривалого зберігання.

Методика досліджень. Досліджували яблука сортів Кальвіль сніговий і Спартан ранньозимового строку досягання. Плоди з попереднім охолодженням за температури 5°C і без цього обробляли після збирання 1-метилциклопропеном (без обробки — контроль) та зберігали у фруктосховищі-холодильнику ФХ–770 Уманського НУС за температури 3 ± 1 °C і відносної вологості повітря 85–90 %. Температуру контролювали спиртовими термометрами, відносну вологість повітря — гігрометром.

Після зберігання в холодильнику плоди витримували впродовж семи діб за температури 20 ± 2 °C з метою імітації товарообороту (ІТО) й подовження життєвого циклу.

У день збору половину продукції охолоджували за температури $+ 5 \pm 1$ °C і відносної вологості повітря 85–90 % та обробляли 1-метилциклопропеном за рекомендацією виробника препарату SmartFresh (без обробки — контроль). Ящики з плодами ставили в газонепроникний контейнер з плівки завтовшки 200 мк, куди вміщували склянку з дистильованою водою і розрахованою на одиницю об'єму дозою порошкоподібного препарату «SmartFresh» (0,068 г/м³). Циркуляцію повітря в контейнері здійснювали вентилятором. Іншу половину продукції обробляли одразу після збирання.

Відбір проб і підготовку плодів до зберігання здійснювали за ГСТУ 01.1–37–160:2004. Фізико-хімічні показники яблук оцінювали щомісячно впродовж шести місяців зберігання. Вміст сухих розчинних речовин визначали рефрактометром РПЛ–3М за ДСТУ ISO 2173:2007, вміст титрованих кислот — у перерахунку на яблучну — титруванням водної витяжки за ГОСТ 25555.0–82, аскорбінової кислоти — титрометричним методом за ГОСТ 24556–89 з триразовим повторенням.

Статистичну обробку даних проводили з використанням програмних пакетів Excel-2010 і Statistika–10–En.

Результати дослідження. Сухі розчинні речовини. Встановлено зниження вмісту сухих розчинних речовин у плодах контролю обох помологічних сортів в результаті експозиції впродовж зберігання та зростання впродовж перших двох-трьох місяців рівня показника обробленої 1-МЦП продукції з наступним його зниженням (табл. 1).

Табл. 1. Вміст розчинних сухих речовин в яблуках після ІТО впродовж зберігання (2012–2013 рр.), %

Помологічний сорт	Попереднє охолодження	Доза Смарт Фреш, г/см ³	Тривалість зберігання, міс.					
			0	2	3	4	5	6
Кальвіль сніговий	без охолодження	0 (контроль)	14,1	13,8	13,4	12,9	12,2	11,8
		0,068	13,8	14,4	14,5	13,8	13,4	12,9
	охолодження за + 5 ± 1 °С	0	14,3	13,8	13,6	13,1	12,5	12,0
		0,068	14,0	14,6	14,6	14,0	13,5	13,0
<i>НІР₀₅</i>			0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2
Спартан	без охолодження	0	15,2	14,3	13,8	13,4	12,8	12,3
		0,068	14,7	15,0	14,9	14,3	13,7	13,4
	охолодження за + 5 ± 1 °С	0	15,2	14,3	14,0	13,5	12,9	12,5
		0,068	14,9	15,1	15,0	14,5	14,0	13,5
<i>НІР₀₅</i>			0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Після двохмісячного зберігання необроблених плодів найвищий — 14,1–14,2 % — вміст СРР зафіксовано в яблуках сорту Спартан. Встановлено істотне — на 0,4 % — перевищення показника в оброблених 1-МЦП яблуках сортів Кальвіль сніговий і Спартан. Після ІТО спостерігалось підвищення показника як для необроблених так і для плодів з обробкою 1-МЦП із переважаючою відповідно на 0,2 і 0,3 % інтенсивністю для останніх сорту Кальвіль сніговий і Спартан. Порівняно з контролем, обробка 1-МЦП забезпечила на 0,6–0,8 % вищий вміст СРР в яблуках сортів Кальвіль сніговий і Спартан після імітованого товарообороту.

На кінець ІТО після тримісячного зберігання зниження вмісту СРР в оброблених 1-МЦП яблуках сорту Кальвіль сніговий незначно перевищило аналогічне зменшення показника в плодах контролю, а для сорту Спартан зафіксовано протилежну закономірність. На кінець експозиції після чотирьох–п'яти місяців зберігання зафіксовано більш інтенсивне зниження рівня СРР обробленими 1-МЦП та плодами контролю, проте післязбиральна обробка препаратом забезпечила вищий на 0,9–1,2 % показник в яблуках сорту Кальвіль

сніговий і на 0,9–1,1 % — сорту Спартан. Після семи діб експозиції на кінець шестимісячного зберігання зниження вмісту СРР необроблених плодів сорту Кальвіль сніговий і Спартан склало 0,5–0,6 %, а в оброблених 1-МЦП яблуках — 0,4 %. Порівняно з плодами контролю, післязбиральна обробка 1-МЦП яблук сорту Кальвіль сніговий і Спартан забезпечила на 0,9–1,0 та 1,0–1,1 % вищий вміст СРР після ІТО.

Органічні кислоти. В середньому за роки досліджень, післязбиральна обробка 1-МЦП значно уповільнила, порівняно з плодами контролю, зниження вмісту ТК в яблуках в умовах підвищеної температури (табл. 2).

Табл. 2. Вміст титрованих кислот в яблуках після ІТО впродовж зберігання (2012–2013 рр.), %

Помологічний сорт	Попереднє охолодження	Доза Смарт Фреш, г/см ³	Тривалість зберігання, міс.					
			0	2	3	4	5	6
Кальвіль сніговий	без охолодження	0 (контроль)	0,52	0,41	0,31	0,25	0,21	0,16
		0,068	0,60	0,54	0,49	0,47	0,42	0,35
	охолодження за +5±1 °С	0	0,54	0,41	0,33	0,27	0,23	0,17
		0,068	0,62	0,56	0,51	0,48	0,43	0,37
<i>НІР₀₅</i>			<i>0,02</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>
Спартан	без охолодження	0	0,26	0,20	0,16	0,12	0,09	0,05
		0,068	0,32	0,29	0,25	0,22	0,15	0,14
	охолодження за +5±1 °С	0	0,26	0,21	0,17	0,14	0,10	0,06
		0,068	0,33	0,30	0,26	0,24	0,18	0,17
<i>НІР₀₅</i>			<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>

Найбільший — 0,12–0,13 % — рівень втрат ТК на кінець експозиції виявлено для необроблених плодів сорту Кальвіль сніговий після двох–трьох місяців зберігання, тоді як для необроблених плодів сорту Спартан максимум втрат — 0,09–0,10 % — зафіксовано в кінці ІТО одразу після збирання. Подальше зберігання в середньому урівноважило інтенсивність зниження ТК оброблених 1-МЦП та необроблених плодів сорту Кальвіль сніговий із мінімально істотним перевищенням для яблук контролю. Подібна тенденція зміни показника характерна і для плодів сорту Спартан на кінець експозиції впродовж всього періоду зберігання.

Результатом експозиції за 20 ± 2 °С на кінець чотиримісячного зберігання став максимально вищий на 0,21–0,22 та 0,10 % вміст титрованих кислот в оброблених 1-МЦП плодах відповідно сорту Кальвіль сніговий і Спартан,

порівняно з плодами без обробки. На кінець шести місяців зберігання рівень ТК оброблених 1-МЦП яблук сорту Кальвіль сніговий на 0,19–0,20 % істотно вищий, порівняно з контролем, що у 2,2–2,4 рази більше, порівняно із сортом Спартан.

Аскорбінова кислота. З огляду на високу окислювальну здатність аскорбінової кислоти, вміст її активно знижувався за підвищеної температури експозиції із суттєво нижчою інтенсивністю для оброблених 1-МЦП плодів (табл. 3).

Табл. 3. Вміст аскорбінової кислоти в яблуках після ІТО впродовж зберігання (2012–2013 рр.), мг/100 г

Помологічний сорт	Попереднє охолодження	Доза Смарт Фреш, г/см ³	Тривалість зберігання, міс.					
			0	2	3	4	5	6
Кальвіль сніговий	без охолодження	0 (контроль)	8,66	7,04	6,31	4,77	2,06	1,59
		0,068	8,88	8,00	6,82	5,57	2,30	1,79
	охолодження за + 5 ± 1 °С	0	8,51	6,82	5,65	4,62	1,93	1,47
		0,068	8,80	7,78	6,01	5,43	2,18	1,83
<i>НІР₀₅</i>			<i>1,12</i>	<i>0,64</i>	<i>0,62</i>	<i>0,62</i>	<i>0,16</i>	<i>0,22</i>
Спартан	без охолодження	0	10,05	6,60	5,79	5,28	1,86	1,40
		0,068	10,86	8,29	6,38	5,87	2,11	1,91
	охолодження за + 5 ± 1 °С	0	10,56	7,04	5,79	4,84	1,81	1,42
		0,068	11,00	8,36	6,97	5,94	2,20	1,99
<i>НІР₀₅</i>			<i>0,77</i>	<i>0,75</i>	<i>0,52</i>	<i>0,82</i>	<i>0,25</i>	<i>0,22</i>

Порівняно з контролем, післязбиральна обробка 1-МЦП уповільнила в середньому на 54,2–64,7 % зниження вмісту АК в плодах сорту Спартан на кінець експозиції одразу після збирання, що у 2,7–3,1 рази більше, порівняно із сортом Кальвіль сніговий. Подальше зберігання зумовило нерівномірну інтенсивність зниження показника обробленими плодами після семидобової експозиції. Так, у 1,8 та 4,2 рази більш інтенсивне, порівняно з контролем, зниження вмісту АК в плодах без попереднього охолодження сорту Кальвіль сніговий і Спартан на кінець трьох місяців зберігання. Крім того, на кінець ІТО після чотирьох місяців зберігання зафіксовано на 28 % більш активні втрати АК попередньо охолодженими яблуками з обробкою 1-МЦП, порівняно з контролем.

Максимум втрат АК яблуками обох сортів виявлено під час товарообороту на кінець п'яти місяців зберігання — у 2,1–2,2 та 2,3–2,5 рази відповідно для необроблених та плодів з обробкою 1-МЦП сорту Спартан і Кальвіль сніговий.

У цей же час зафіксовано неістотно вищий вміст АК в оброблених 1-МЦП яблуках, порівняно з контролем. На кінець експозиції після шести місяців зберігання на 0,51–0,57 мг/100 г суттєво вищий залишковий вміст АК в оброблених 1-МЦП яблуках сорту Спартан, що в понад двічі більше, ніж для сорту Кальвіль сніговий.

Висновки. Післязбиральна обробка 1-МЦП плодів яблуні ранньозимового строку досягання сортів Кальвіль сніговий і Спартан ефективна для збереженості в них вмісту основних компонентів хімічного складу на кінець семидобової пост-холодильної експозиції за температури $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ впродовж всього періоду зберігання. Результуючим показником такої ефективності відзначено суттєво вищий їх вміст в обох досліджуваних сортах на кінець шести місяців зберігання, понад двічі кращу збереженість вмісту титрованих кислот, на 0,51–0,57 мг/100 г суттєво вищий залишковий вміст аскорбінової кислоти в плодах сорту Спартан після шести місяців у холодильнику та суттєво кращу її збереженість в плодах сорту Кальвіль сніговий після п'яти місяців зберігання.

Автори висловлюють подяку фірмі «Агрофреш» (Польща) за надання препарату SmartFresh для досліджень.

Література

1. Nistor O.V., Botez E., Mocanu G.-D., Andronoiu D.-G., Macovei V. M. Study of the apple parameters'variation during refrigeration Storage. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*. 2011. Vol. 17. № 4. P. 439–444.
2. Ghafir S. A. M., Gadalla S. O., Murajei B. N., El-Nady M. F. Physiological and anatomical comparison between four different apple cultivars under cold-storage conditions. *Afri. J. of Pl. Sci.* 2009. № 3. P. 133–138.
3. Lata B. Relationship between apple peel and the whole fruit antioxidant content: year and cultivar variation. *J. Agric. Food Chem.* 2007. № 55. P. 663–671.
4. Lee K.W., Kim Y.J., Kim D.O., Lee H.J., Lee C.Y. Major phenolics in apple and their contribution to the total antioxidant capacity. *J. Agric. Food Chem.* 2003. № 51. P. 6516–6520.
5. Hayat I., Masud T., Rathore H. A. Effect of coating and wrapping materials on the shelf life of apple. *Internet J. Food Safety*. 2003. № 5. P. 24–34.
6. Park Y.-M. 1-MCP application for horticultural commodities in Korea: practical potential and future task. *Hort. Environ. Biotechnol.* 2012. Vol. 53. № 6. P. 441–446.
7. Argenta L. C., Fan X., Mattheis J. P. Responses of 'Golden Delicious' apples to 1-MCP applied in air or water. *Hort Science*. 2007. Vol. 42. № 7. P. 1651–1655.
8. Moor U., Karp K., Poldma P., Starast M. Effect of 1-MCP treatment on apple biochemical content and physiological disorders. *Acta Agronomica Hungarica*. 2007. Vol. 55. № 1. P. 61–70.
9. Wawrzynczak A., Jozwiak Z. B., Rutkowski K. P. The influence of storage conditions and 1-MCP treatment on ethylene evolution and fruit quality in 'Gala' apples. *Vegetable crops research bulletin*. 2007. Vol. 66. P. 187–196.

10. Bai J., Baldwin E. A., Goodner K. L., Mattheis J. P., Brecht J. K. Response of four apple cultivars to 1-methylcyclopropene treatment and controlled atmosphere storage. *HortScience*. 2005. Vol. 40. № 5. P. 1534–1538.
11. DeLong J. M., Prange R. K., Harrison P. A. The influence of 1-methylcyclopropene on “Cortland” and “McIntosh” apple quality following long-term storage. *HortSci*. 2004. Vol. 39. P. 1062–1065.
12. Watkins C. B., Nock J. F., Whitaker B. D. Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air controlled atmosphere storage conditions. *Postharvest biol. Technol.* 2000. Vol. 19. P. 17–32.
13. Jan I., Rab A. Influence of storage duration on physico-chemical changes in fruit of apple cultivars. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 2012. Vol. 22. № 3. P. 708–714.
14. Bizjak J., Slatnar A., Stampar F., Veberic R. Changes in quality and biochemical parameters in 'Idared' apples during prolonged shelf life and 1-MCP treatment. *Food Sci. Technol.* 2012. Vol. 18. № 6. P. 569–577.
15. Serdyuk M., Velichko I., Priss O., Danchenko O., Kurcheva L., Baiberova S. Substantiation of the choice of optimal concentrations of active ingredients of the antioxidant composition for fruit treatment before storage. *Technology audit and production reserves*. 2017. Vol. 35. № 3/3. P. 44–49.
16. Іванченко В. Й., Прісс О. П., Калитка В. В. Деякі біохімічні показники яблук при довгостроковому зберіганні за обробки їх антиоксидантами. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 1999. Вип. 12. С.114–118.

References

1. Nistor, O.V., Botez, E., Mocanu, G.-D., Andronoiu, D.-G., Macovei, V. M. (2011). Study of the apple parameters' variation during refrigeration Storage. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, vol. 17, no. 4. pp. 439–444.
2. Ghafir, S. A. M., Gadalla, S. O., Murajei, B. N., El-Nady, M. F. (2009). Physiological and anatomical comparison between four different apple cultivars under cold-storage conditions. *Afri. J. of Pl. Sci*, no. 3, pp. 133–138.
3. Lata B. (2007). Relationship between apple peel and the whole fruit antioxidant content: year and cultivar variation. *J. Agric. Food Chem*, no. 55, pp. 663–671.
4. Lee, K.W., Kim, Y.J., Kim, D.O., Lee, H.J., Lee, C.Y. (2003). Major phenolics in apple and their contribution to the total antioxidant capacity. *J. Agric. Food Chem*, no. 51, pp. 6516–6520.
5. Hayat, I., Masud, T., Rathore, H. A. (2003). Effect of coating and wrapping materials on the shelf life of apple. *Internet J. Food Safety*, no. 5, pp. 24–34.
6. Park, Y.-M. (2012). 1-MCP application for horticultural commodities in Korea: practical potential and future task. *Hort. Environ. Biotechnol*, vol. 53, no 6, pp. 441–446.

7. Argenta, L. C., Fan, X., Mattheis, J. P. (2007). Responses of 'Golden Delicious' apples to 1-MCP applied in air or water. *HortScience*, vol. 42, no. 7, pp. 1651–1655.
8. Moor, U., Karp, K., Poldma, P., Starast, M. (2007). Effect of 1-MCP treatment on apple biochemical content and physiological disorders. *Acta Agronomica Hungarica*, vol. 55, no. 1, pp. 61–70.
9. Wawrzynczak, A., Jozwiak, Z. B., Rutkowski, K. P. (2007). The influence of storage conditions and 1-MCP treatment on ethylene evolution and fruit quality in 'Gala' apples. *Vegetable crops research bulletin*, vol. 66, pp. 187–196.
10. Bai, J., Baldwin, E. A., Goodner, K. L., Mattheis, J. P., Brecht, J. K. (2005). Response of four apple cultivars to 1-methylcyclopropene treatment and controlled atmosphere storage. *HortScience*, vol. 40, no. 5, pp. 1534–1538.
11. DeLong, J. M., Prange, R. K., Harrison, P. A. (2004). The influence of 1-methylcyclopropene on "Cortland" and "McIntosh" apple quality following long-term storage. *HortSci.*, vol. 39, pp. 1062–1065.
12. Watkins, C. B., Nock, J. F., Whitaker, B. D. (2000). Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air controlled atmosphere storage conditions. *Postharvest biol. Technol.*, vol. 19, pp. 17–32.
13. Jan, I., Rab, A. (2012). Influence of storage duration on physiko-chemical changes in fruit of apple cultivars. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, vol. 22, no. 3, P. 708–714.
14. Bizjak, J., Slatnar, A., Stampar, F., Veberic, R. (2012). Changes in quality and biochemical parameters in 'Idared' apples during prolonged shelf life and 1-MCP treatment. *Food Sci. Technol.*, vol. 18, no. 6, pp. 569–577.
15. Serdyuk, M., Velichko, I., Priss, O., Danchenko, O., Kurcheva, L., Baiberova, S. (2017). Substantiation of the choice of optimal concentrations of active ingredients of the antioxidant composition for fruit treatment before storage. *Technology audit and production reserves*, vol. 35, no. 3/3, pp. 44–49.
16. Ivanchenko, V.Y., Priss, O.P., Kalitka, V.V. (1999). Some biochemical parameters of apples during long-term storage for treatment with antioxidants. *Taurian Scientific Bulletin*, vol. 12, pp.114–118.

Аннотация

Мельник А. В., Худик Л. Н.

Биохимические составляющие обработанных 1-МЦП яблок после экспозиции при $20 \pm 2^\circ\text{C}$ на конец хранения

Содержание сухих растворимых веществ, органических кислот, сахаров, витаминов и их соотношение – основные биохимические показатели пищевой ценности, определяющие вкус плодов. В начале хранения содержание сухих растворимых веществ в яблоках зимних сортов растет, далее – снижается, а уровень органических кислот в основном снижается за счет активного использования в дыхательном газообмене. Аскорбиновая кислота природный

антиоксидант, сравнительно невысокий содержание которой в яблоках снижается во время холодильного хранения. Сохранение качества продукции и замедление созревания достигается послеуборочной обработкой яблок ингибитором этилена 1-метилциклопропеном (1-МЦП), что обеспечивает снижение потерь сухих растворимых веществ, органических кислот, в частности, аскорбиновой кислоты.

Целью исследования — определение влияния послеуборочной обработки яблок 1-метилциклопропеном на изменение содержания в плодах яблони раннезимнего срока созревания сухих растворимых веществ, органических и аскорбиновой кислот при удлинении жизненного цикла в условиях комнатной температуры на конец длительного хранения.

Объектами исследования были яблоки раннезимних сортов Кальвиль снежный и Спартан, обработанные после уборки 1-МЦП (SmartFresh™, 0,068 г/м³) в течение 24 ч при 5 ± 1°С, что хранились в холодильнике при температуре 3 ± 1°С и относительной влажности воздуха 85–90 % в течение двух, трех, четырех, пяти и шести месяцев (необработанные плоды — контроль). Физико-химические показатели яблок оценивали ежемесячно на конец семисуточной экспозиции при 20 ± 2°С после холодильного хранения. Содержание сухих растворимых веществ определяли рефрактометром, содержание титруемых кислот — в пересчете на яблочную — титрованием водной вытяжки, содержание аскорбиновой кислоты — титрометрическим методом. Данные являются средним трех повторений.

Установлено снижение содержания сухих растворимых веществ в плодах контроля обеих помологических сортов в результате экспозиции при 20 ± 2°С в течении хранения и рост уровня показателя обработанной 1-МЦП продукции в течение первых двух-трех месяцев хранения с последующим его снижением. Обработанные 1-МЦП плоды содержали на конец семисуточной экспозиции при 20 ± 2°С вдвое больше титруемых кислот и на 0,51–0,57 мг/100 г существенно больше аскорбиновой кислоты после шести месяцев в холодильнике. Таким образом, послеуборочная обработка 1-МЦП значительно эффективна для сохранности содержания основных компонентов химического состава яблок в условиях повышенной температуры.

Ключевые слова: 1-метилциклопропен, обработка, экспозиция, сухие растворимые вещества, титруемая кислотность, аскорбиновая кислота.

Annotation

Melnyk A.V., Khudik L.M.

Biochemical components of 1-MCP treated apples after exposure at 20±2°С at the end of storage

The soluble solids content, level of organic acids, sugars, vitamins and their ratios are the main biochemical indicators of nutritional value that determine the taste of fruits. At the beginning of storage, soluble solids content increases in winter apple varieties, then decreases, and the level of organic acids is mostly reduced due

to the active use in respiration. Ascorbic acid is a natural antioxidant, which relatively low content in apples usually reduces during refrigerated storage.

The preservation of product's quality and slowing of ripening achieve by post-harvest treatment of apples with ethylene inhibitor 1-methylcyclopropene (1-MCP), which reduces the loss of soluble solids content, titrated acidity and ascorbic acid.

The purpose of the research was to identify the effect of post-harvest treatment of apples with 1-methylcyclopropene on the change in the content of soluble solids, titrated and ascorbic acids in the early winter apple fruits during the extended life cycle at room conditions at the end of long-term storage.

Research objects were early-winter apple cultivars 'Cibwille' and 'Spata', treated after harvest with 1-MCP ('SmartFreshTM', 0,068 g·m⁻³) for 24 h at 5 ± 1 °C, during storage at 3 ± 1 °C and relative humidity 85–90 % for two, three, four, five and six months (non-treated fruits – control). Physical-chemical parameters of apple fruits were evaluated monthly at the end of seven days exposure at 20 ± 2 °C after refrigerated storage. The soluble solids content was determined by refractometer, the content of titrated acids — in recalculation on malic acid - by titration of the aqueous extract, the content of ascorbic acid – by titrimetric method. Data are means of three replicates.

It was founded the decrease in soluble solids content of control fruits both varieties as a result of exposure at 20 ± 2 °C during storage and increase in this indicator for 1-MCP treatment products during the first two and three months of storage with its subsequent decrease. 1-MCP treated fruits contained in twice higher titrated acids content and on 0.51–0.57 mg/100 g significantly higher ascorbic acid content at the end of the seven-day exposure at 20 ± 2 °C after six months in refrigerator. Consequently, post-harvest 1-MCP treatment is significantly effective for the preservation of the main chemical components's content of apple fruits at elevated temperature.

Key words: 1-methylcyclopropene, treatment, exposure, soluble solids, titrated acidity, ascorbic acid.